第 41 卷 第 1 期
1998 年 2 月

昆 虫 学 报
ACTA ENTOMOLOGICA SINICA

Vol. 41, No. 1
Feb., 1998

不同生境源的稻飞虱卵寄生蜂对寄主的选择和寄生特性*

俞晓平
（浙江省农业科学院　杭州　310021）

胡　萃　　　　K L Heong
（浙江农业大学　杭州　310029）　（国际水稻研究所　马尼拉　1099）

摘要　稻飞虱重要卵寄生蜂缨小蜂 *Anagrus flaveolus*、*A. optabilis* 和寡索赤眼蜂 *Oligosita aesopi*、*O. naias* 均能在稻田和稻田周围的非稻田生境中生存。而 *A. flaveolus* 为优势种。不同生境来源的卵寄生蜂有着不同的寄生和选择特性。缨小蜂 *A. flaveolus* 能在飞虱科内转换寄主，但需 1～2 代的适应期。寄主卵对寡索赤眼蜂 *O. aesopi* 的寄生有较大的影响，用褐飞虱和黑尾叶蝉诱集的 *O. aesopi* 不能交叉寄生。稻田内诱集的寄生蜂选择稻飞虱，而杂草地中诱集的缨小蜂则对飞虱 *T. pusanus* 有一定的选择性。非稻田生境对保护稻飞虱卵寄生蜂有很大的作用，但对其寄生特性有较大的影响。

关键词　生境来源，选择性，寄生特性，卵寄生蜂，稻飞虱

稻飞虱［褐飞虱 *Nilaparvata lugens*（Stål）和白背飞虱 *Sogatella furcifera*（Horváth）］是亚洲稻区最严重的水稻害虫，大多数产稻国家均有过因稻飞虱为害或传播病毒而引起大面积倒伏和减产的记载[1,2]。稻田的天敌保护利用一直被认为是防治稻飞虱的有效措施。如缨小蜂 *Anagrus* spp. 和寡索赤眼蜂 *Oligosita* spp. 是稻飞虱卵的主要寄生性天敌，与其它防治技术协调能有效地控制稻飞虱的爆发[3,4]。然稻田是一种不稳定的生境，栽种、收割和农药施用等农作措施，使得稻飞虱寄生性天敌大量被杀伤，或被迫迁出以寻求合适的寄主及栖息地。Otake（1973）曾记载缨小蜂 *A.* nr. *flaveolus* 在麦田的灰飞虱卵中越冬[5]，国内也发现稻虱缨小蜂 *A. nilaparvatae* 在稻田外的飞虱卵中越冬[6,7]。最近的研究则表明，缨小蜂和寡索赤眼蜂可在非稻田生境中的飞虱和叶蝉卵中寄生和生存[2,9]。本文将着重研究稻田和稻田周围杂草地诱集的寄生蜂优势种以及在不同寄主上的寄生和选择特性，以阐明不同生境源寄生蜂对稻田飞虱和叶蝉的控制作用和差异。

1　材料和方法

1.1　供试虫和苗的准备

田间常见的禾本科杂草稗草 *Echinochloa glabrescens* 和水稻品种 TN1 作为供试植

* 瑞典国际科学基金（IFS）和浙江省自然科学基金（395027）资助项目
1996-03-11 收稿，1996-07-04 收修改稿

株，每15 d播种一次，以40～50 d株龄的植株供试用。褐飞虱和白背飞虱采自处于分蘖盛期的稻田，而非稻田飞虱如黄脊飞虱*Toya* spp. 和*Tagosodes pusanus*则采自稻田周围以马唐*Digitaria ciliaris*和双臂草*Brachiaria distachya*为主的杂草地，褐飞虱和白背飞虱饲养在水稻品种TN1上，*Toya* spp. 和*Tagosodes pusanus*饲养在稗草上。

1.2 不同生境植被和节肢动物种群的测定

用0.25 m×0.25 m的木质采样框在不同生境中随机采集植被，塑料袋保存以分类和计数。生境中节肢动物数量用D-vac或Blower-vac吸虫器采集，样品保存在75%的酒精小瓶中用于鉴定和统计。

1.3 卵寄生蜂的诱集和饲养

用产有褐飞虱、黄脊飞虱和*T. pusanus*卵的钵栽苗置于稻田、杂草地和玉米地中以分别诱集寄生蜂*Anagrus* spp. 和*Oligosita* spp.，2 d后将钵栽苗罩于聚乙烯笼中，用倒置的玻璃瓶收集羽化的寄生蜂。用小瓶分置寄生蜂在双筒镜下按种类和性别分离并统计寄生蜂数量。寄生蜂在产有飞虱卵的植株上继续饲养，部分寄生蜂供进一步试验用。

1.4 不同来源卵寄生蜂的寄生和繁殖

将褐飞虱、黑尾叶蝉*Nephotettix* spp. 和*T. pusanus*成虫在稻株和稗草上产入足够的卵将不同生境来源的一对缨小蜂或寡索赤眼蜂接入不同的聚乙烯笼中进行寄生和繁殖试验。15 d后收集第一代寄生蜂，在双筒镜下分离和统计各笼中的寄生蜂种类和数量。将部分寄生蜂接入不同寄主飞虱以获得第二代蜂，分别统计种类和数量。

1.5 不同来源卵寄生蜂的选择性

用不同虫量的褐飞虱、白背飞虱和*T. pusanus*成虫在稻株和稗草植株上分别产卵，并形成不同的密度。将稻田和杂草地诱集的缨小蜂接入不同的寄主处理中。供选择性试验的寄主组合如下：褐飞虱+*T. pusanus*卵；白背飞虱+*T. pusanus*卵。每组合内两种飞虱卵不同的数量比形成不同的处理。寄生蜂成对分别接入各处理中，24 h后解剖及统计植株内被寄生和正常的飞虱卵。以上试验在恒温养虫室内进行，温度为25℃～29℃，光照为12D∶12L。

1.6 数据分析

卵寄生蜂对某一寄主i的选择性用α_i表示，选择性指数的估计应用Manly (1974) 提出的公式来计算[10]。

$$\alpha_i = \frac{\ln[(n_{i0} - r_i)/n_{i0}]}{\sum_{j=1}^{m} \ln[(n_{i0} - r_i)/n_{i0}]} \qquad i = 1, \cdots\cdots, n$$

式中n_{i0}为寄生试验开始时第i种寄主的数量，r_i是第i种寄主被寄生的数量。卡方(χ_c^2)检验被用于测定寄生蜂对寄主选择性指数的显著性。

2 结果和分析

2.1 不同生境植被和节肢动物种群的特征

稻田边的杂草地以禾本科杂草马唐 *Digitaria ciliaris*（34.13%～64.15%）和双臂草 *Brachiaria distachya*（15.14%～48.76%）为主。而远离稻田的杂草地以马唐（23.11%～34.25%）和狗牙根 *Cynadon dactylon*（12.10%～21.00%）为主。*Toya* spp. 和 *Tagosodes pusanus* 在稻田周围的杂草地中分别占节肢动物数量的 11.2%和 12.4%，在远离稻田的杂草地中分别为 6.9%和 3.5%。玉米地中含有少量的双臂草，*Toya* spp 和 *T. pusanus* 的密度为 0.42 头/株和 0.37 头/株。

2.2 不同生境中寄生蜂的种类和相对数量

用褐飞虱卵在各生境中可诱集到：缨小蜂 *Anagrus flaveolus*，*A. optabilis*，寡索赤眼蜂 *Oligosita naias* 和 *O. aesopi* 等 4 种寄生蜂。在远离稻田的杂草地诱集到的寄生蜂中，*A. optabilis* 为优势种，达总量的 53.13%，而 *A. flaveolus*，*O. naias* 和 *O. aesopi* 分别为 14.06%，26.56%和 6.25%。在稻田周围的杂草地中，*A. flaveolus* 为优势种，达 69.44%。水稻田中 4 种蜂的相对数量比较接近。当用黄脊飞虱卵诱集时，稻田和稻田周围杂草地中可得到大量 *A. flaveolus* 和 *O. naias*，但未能诱集到 *A. optabilis*，飞虱 *T. pusams* 卵也可以在非稻田生境中诱集到许多 *A. flaveolus*（表 1）。因此，缨小蜂 *A. flaveolus* 在稻田和稻田周围非稻田生境中均比较丰盛，是稻飞虱卵期寄生蜂的优势种。

表 1　不同寄主卵在各生境中诱集的寄生蜂及其相对比例*

生境类型	寄主卵	总量**	*A. flaveolus*	*A. optabilis*	*O. naias*	*O. aesopi*
远离稻田的杂草地	褐飞虱	128	14.06	53.13	26.56	6.25
	黄脊飞虱	3	66.66	0	33.33	0
	Tagosodes	117	100	0	0	0
稻田周围的杂草地	褐飞虱	72	69.44	22.22	2.78	5.56
	黄脊飞虱	126	96.03	0	2.38	1.59
	Tagosodes	58	89.66	3.45	6.90	0
稻田	褐飞虱	153	15.03	26.14	42.48	16.34
	黄脊飞虱	88	85.23	0	11.36	3.41
	Tagosodes	5	100	0	0	0

* 相对比例 $= \frac{\text{各种卵寄生蜂的数量}}{\text{卵寄生蜂的总量}} \times 100\%$

** 3 只诱钵中羽化的卵寄生蜂总量

2.3 不同来源卵寄生蜂在寄主上的寄生和繁殖

不同生境中诱集的缨小蜂 *A. flaveolus* 和寡索赤眼蜂 *O. aesopi* 在寄主上的繁殖率有着明显的差异（表 2）。在寄主褐飞虱卵上，从稻田或玉米地诱集的 *A. flaveolus* 比杂草地诱集的繁殖出更多的第一代寄生蜂。而用褐飞虱诱集的缨小蜂在黑尾叶蝉 *Nephotettix*

表 2 不同生境来源缨小蜂和寡索赤眼蜂在飞虱和叶蝉寄主卵上的寄生和繁殖*

寄生蜂	诱集卵及生境	寄主卵	每对蜂的后代数量	
			第一代	第二代
缨小蜂 (*A. flaveolus*)	BPH 卵在稻田	BPH	9.6 abc	10.6 a
	BPH 卵在玉米田	BPH	12.6 a	10.0 a
	BPH 卵在杂草地	BPH	2.0 fg	8.4 ab
	BPH 卵在玉米田	GLH	0.2 g	2.0 cd
	Tagosodes 卵在稻田	*Tagosodes*	1.6 fg	7.8 ab
	Tagosodes 卵在玉米田	*Tagosodes*	7.8 bcd	11.2 a
	BPH 卵在玉米田	*Tagosodes*	5.2 cf	9.8 a
寡索赤眼蜂 (*O. aesopi*)	BPH 卵在玉米田	BPH	3.2 efg	4.8 bc
	BPH 卵在玉米田	GLH	0.2 g	0.1 d
	GLH 卵在玉米田	BPH	0.2 g	0.2 d
	GLH 卵在玉米田	GLH	7.2 cde	8.4 ab

*平均值后字母相同表示在 5%水平上不显著。BPH 为褐飞虱 *N. lugens*，GLH 为黑尾叶蝉 *Nephotettix* spp.

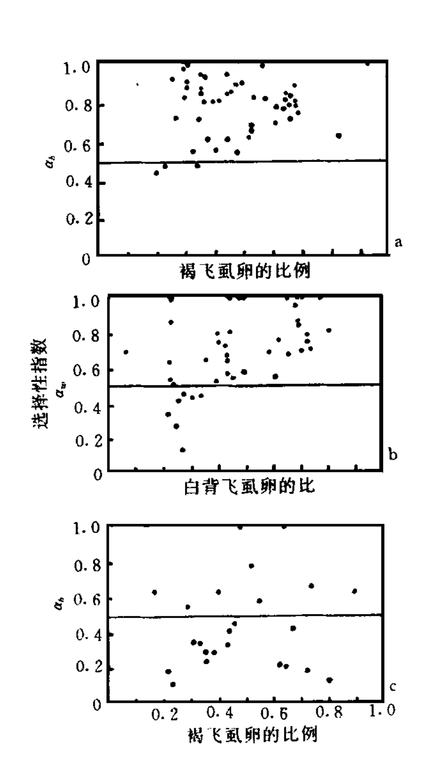


图 1 不同生境来源的缨小蜂 *A. flaveolus* 对飞虱卵的选择性

a：稻田诱集 *A. flaveolus* 对褐飞虱和 *T. pusanus* 卵的选择性 b：稻田诱集 *A. flaveolus* 对白背飞虱和 *T. pusanus* 卵的选择性 c：非稻田生境诱集的 *A. flaveolus* 对褐飞虱和 *T. pusanus* 卵的选择性

spp. 卵上繁殖的第一代和第二代数量很少，这表明缨小蜂 *A. flaveolus* 几乎不能寄生叶蝉类。然而，用褐飞虱诱集的缨小蜂均能在飞虱 *T. pusanus* 和褐飞虱卵上正常地寄生和繁殖。

用黑尾叶蝉卵在玉米地中诱集的寡索赤眼蜂 *O. aesopi* 似乎仅寄生黑尾叶蝉，而不能寄生褐飞虱。反之，用褐飞虱卵诱集的寡索赤眼蜂能在褐飞虱卵上繁殖出较高数量的后代，但不能寄生黑尾叶蝉卵。这表明用飞虱和叶蝉诱集的寡索赤眼蜂在寄生能力上有着较明显的差异。

2.4 不同来源缨小蜂对各寄主的选择性

选择性指数表明，不同生境中诱集的缨小蜂 *A. flaveolus* 对各寄主有着不同的选择性（图 1）。在褐飞虱和 *T. pusanus* 卵之间，用褐飞虱卵在稻田中诱集的缨小蜂明显选择褐飞虱卵（$\alpha_b=0.78^{**}$），当褐飞虱与 *T. pusanus* 卵的比例上升时，*A. flaveolus* 对褐飞虱卵的选择性有所增加。当寄主为白背飞虱和 *T. pusanus* 卵时，稻田中褐飞虱卵诱集的缨小蜂明显选择白背飞虱卵（$\alpha_w=0.68^{**}$）。缨小蜂对白背飞虱卵的选择性随着白背飞虱

卵密度增加而有所上升。然而，用飞虱 *T. pusanus* 卵在杂草地中诱集的缨小蜂在褐飞虱和 *T. pusanus* 卵之间的选择性不显著（α_b=0.35）（表 3）。从选择性指数的偏离值发现，从杂草地中诱集的缨小蜂比稻田中诱集的有着更大的个体异质性。

表 3　不同来源缨小蜂 *A. flaveolus* 对褐飞虱、白背飞虱和 *T. pusanus* 卵的选择性和卡方(χ_c^2)检验

选择性参数	不同来源缨小蜂		
	用褐飞虱卵在稻田中诱集		用 *T. pusanus* 卵在杂草地中诱集
寄主卵	BPH 和 *Tagosodes*	WBPH 和 *Tagosodes*	BPH 和 *Tagosodes*
处理卵量 *n*	50	47	30
α_b	0.78±0.15		0.35±0.30
α_w		0.68±0.23	
χ_c^2	$6.18>\chi^2_{0.01}$	$7.85>\chi^2_{0.01}$	$3.57<\chi^2_{0.05}$

自由度=1，$\chi^2_{0.05}=3.84$，$\chi^2_{0.01}=6.63$

3　讨论

稻虱缨小蜂 *A. flaveolus* 和寡索赤眼蜂 *O. aesopi* 为稻飞虱的重要卵寄生蜂，在水稻生长期和休闲期均能在稻田周围的非稻田生境中生存[9,10]。本研究则显示，*A. flaveolus* 为稻田和稻田周围非稻田生境的主要寄生蜂。然而不同生境中诱集的缨小蜂和寡索赤眼蜂有着不同的寄生和选择特性，主要受到诱集卵和生境的共同影响。稻田中的缨小蜂 *A. flaveolus* 在非稻田飞虱 *T. pusanus* 卵上的寄生率很低，而杂草地诱集的缨小蜂在褐飞虱卵上的寄生率也相当低。但本研究发现，缨小蜂在飞虱科内不同的寄主间转换寄生需 1～2 代的适应期。

本研究证实缨小蜂 *A. flaveolus* 不能寄生叶蝉，这与 Wilson(1984)等的观点一致[11]，但与某些学者的观点有所差异[3,12]。值得一提的是，用褐飞虱和叶蝉卵在玉米地中诱集的寡索赤眼蜂 *O. aesopi* 在寄生特性上有一定的差异。Schepetilnikova (1975) 曾发现从不同寄主上羽化的赤眼蜂 *Trichogramma evanescens* 具有不同的寄生能力。本文中用褐飞虱和黑尾叶蝉卵分别诱集的寡索赤眼蜂 *O. aesopi* 是否属于两个不同的“生物型”则有待进一步的研究。

生境和诱集卵同时也影响缨小蜂对寄主的选择性。用褐飞虱卵在稻田生境中诱集的缨小蜂对稻飞虱卵（如褐飞虱和白背飞虱）有明显的选择性，而用非稻田飞虱 *T. pusanus* 在杂草地诱集的缨小蜂略选择 *T. pusanus* 卵。Taylor (1974) 等指出，产卵有时是一种经验，寄生蜂通常选择曾寄生过的寄主[13]。由此可见，稻飞虱卵寄生蜂的生物学特性会受到各生境中寄主和植被的影响。

致谢　本文初稿承蒙巫国瑞研究员的审阅，国际水稻研究所分类室主任 A. T. Barrion 先生指导稻飞虱及其卵寄生蜂的鉴定，在此一并表示致谢！

参 考 文 献

1 Dyck V A, Thomas B. The brown planthopper problem. In Brown Planthopper: Threat to rice production in Asia. IRRI, Los Banos, Philippines, 1979, 1～17

2 Heong K L, Aquino G B *et al*. Population dynamics of plant-and leafhoppers and their natural enemies in the rice ecosystems in the Philippines. Crop Protection, 1992, 11 (4): 371～379

3 Chandra G. Taxonomy and bionomics of the insect parasites of rice leafhoppers and planthoppers in the Philippines and their importance in natural biological control. Philippines Entomol. , 1980, 4 (3): 119～139

4 Fowler S V, Claridge M F *et al*. Egg mortality of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae) and green leafhoppers, *Nephotettix* spp. (Homoptera: Cicadellidae) on rice in Sri Lanka. Bull. Entomol. Res. , 1991, 31: 161～167

5 Otake A. Natural enemies of the brown planthopper. In: The Rice Brown Planthopper, compiled by FFTC for the Asian and Pacific Region, Taipei, Taiwan. 1977, 42～57

6 金行模，张纯胄. 几种缨小蜂的生物学特性和田间发生情况的考查. 浙江农业科学，1979，6：27～31

7 罗肖南，卓文禧. 稻飞虱卵寄生蜂-缨小蜂生物学特性及保护利用的探讨. 福建农学院学报，1980，2：44～59

8 Way M J, Heong K L. The role of biodiversity in the dynamics and management of insect pests of tropical irrigated rice-a review. Bull. Entomol. Res. , 1994, 84: 567～587

9 Yu X P, Heong K L, Hu C *et al*. Role of non-rice habitats for conserving egg parasitoids of rice planthoppers. In: Hoyko N, Norton J eds. Proceeding of International Workshop on the Pest Management Strategies in Asian Monsoon Agroecosystem, KNAES, Japan, 1995, 63～77

10 Manly B F J. Analysis of a selective predation experiment. American Naturalist 1974, 106 (952): 719～736

11 Wilson M R, Claridge M F. Handbook for the identification of leafhoppers and planthoppers of rice. CAB International, U K, 1991, 140

12 Huber J T. Systemics, biology and hosts of the Mymaridae and Mymarommatidae (Insecta: Hymenoptera): 1758～1984, Entomography, 1986, 4: 185～243

13 Taylor R L. Role of learning in insect parasitism. Ecol. Monography 1974, 44: 89～104

PARASITIZATION AND PREFERENCE CHARACTERISITICS OF EGG PARASITOIDS FROM VARIOUS HABITATS TO HOMOPTERANS

Yu Xiaoping
(Zhejiang Academy of Agricultural Sciences　Hangzhou　310021)
Hu Cui
(Zhejiang Agricultural University　Hangzhou　310029)
K L Heong
(International Rice Resserch Institute　Manila　1099)

Abstract　This paper deals with the relative abundance, parasitization and preference of egg parasitoids of rice planthoppers in both rice and surrounding non-rice habitats. 4 species of egg parasitoids, *Anagrus flaveolus*, *A. optabilis*, *Oligosita aesopi* and *O. naias* are collected from rice and non-rice habitats, however, *A. flaveolus* is the dominant one. Egg parasitoids from various habitats have different characterisitics of parasitization and preference to host eggs. *A. flaveolus* could normally parasitize an alternate host within Delphacidae family, but usually needs 1～2 generations for host adaptation. *O. aesopi* is greatly affected by host eggs belonging to the family Delphacidae or Cicadellidae. *A. flaveolus* trapped from rice fields significantly prefer rice planthopper *Nilaparvata lugens* and *Sogatella furcifera* to non-rice planthopper, *Togosodes pusanus*. However, *A. flaveolus* trapped from grassy area choose *T. pusanus* eggs rather than rice phanthoppers. The non-rice habitats play an important role in conserving egg parasitoids of rice planthoppers.

Key words　source of egg parasitoids, preference, parasitization, egg parasitoids, rice planthoppers